

## ツバキ属葉フェノール性成分の変異 －庄内地方のヤブツバキ及びユキツバキについて－

高橋 孝悦・井出 誠・大谷 博彌

山形大学農学部生物環境学科森林環境資源学講座

(平成16年10月1日受理)

### Variation of Phenolic Compounds in the leaves of *Camellia* －*Camellia japonica* and *Camellia japonica* var. *decumbens* in Shonai－

Koetsu TAKAHASHI, Makoto IDE and Hiroya OHTANI

Section of Forest Environment and Resource, Department of Bioenvironment, Faculty  
of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka 997-8555, Japan

(Received October 1, 2004)

#### Summary

We analyzed the phenolic compounds for leaves of *Camellia japonica* and *Camellia japonica* var. *decumbens* for 123 individuals in Shonai, and investigated the relations between the compounds and some factors such as species, altitude, distance from seaside and maximum snowy depth. The results obtained are as follows.

1. In the both contents of (-)-epicatechin and (+)-catechin, *C. japonica* var. *decumbens* was higher than *C. japonica*.
2. In the 123 individuals, they were divided into two groups by 0.2% (-)-epicatechin content and 0.02% (+)-catechin content, respectively.
3. In the relation between (-)-epicatechin content and altitude, the content showed lower value (under 0.2%) at the altitude of below 150m, and was higher at the altitude of over 150m. The content tends to show an increase ten times at the borderline of altitude (level) 150m. There were almost *C. japonica* at lower level (of 150m), at the altitude of from 150-500 *C. japonica* and *C. japonica* var. *decumbens* were intermingled, and was only *C. japonica* var. *decumbens* at the upper level of 500m.
4. In the relation between (-)-epicatechin content and the distance from seaside, the content was lower and all (individuals) were *C. japonica* at near the seaside (within 2km), and was higher at the mountainside (over 32km) and all were *C. japonica* var. *decumbens*.
5. In the relation between (-)-epicatechin content and maximum snowy depth, the content was lower at maximum snow fall of below 1.5m, and was higher at the level over 1.5m. *C. japonica* is dominant under 1.5m, *C. japonica* var. *decumbens* upper 3m, respectably.

It was clear that there was the difference between (-)-epicatechin and (+)-catechin content in the leaves of *C. japonica* and *C. japonica* var. *decumbens*, and that the difference was influenced by the altitude and maximum snowy depth and so on. It was suggested that these contents varied on the genetic and local environmental factors.

**Key words:** *Camellia japonica*, *Camellia japonica* var. *decumbens*, epicatechin, altitude, snow.

## 1. はじめに

ツバキ属はインド、東南アジア、中国南西部、朝鮮半島、日本に分布し、その数は約100種とされている<sup>1)</sup>。園芸品種も多く300以上を数え、4系統（ヤブツバキ系、ユキツバキ系、ワビスケ系、洋種ツバキ系）に区別されている<sup>2)</sup>。

ツバキ属の代表的な種はチャノキ (*Camellia sinensis*) で、日本を初め世界中で栽培され、紅茶や緑茶などとして親しまれている。日本に分布するツバキ属の代表的な種はヤブツバキ (*Camellia japonica*) とサザンカ (*Camellia sasanqua*) であり、ヤブツバキの変種にはユキツバキ (*Camellia japonica* var. *decumbens*) がある<sup>3)</sup>。ヤブツバキは琉球列島から青森県まで分布し、西日本では海岸から山地に、北日本では海岸沿いにそれぞれ分布している (図1)<sup>4)</sup>。ユキツバキは日本海の積雪地帯、標高約300~1000mに分布している (図2)<sup>5)</sup>。また、

サザンカは四国南西部と九州に分布している。

ヤブツバキとユキツバキは樹形、葉の鋸歯や葉柄、花弁などの形態上の相違から区別されるが、分類に困る中間的なものもあるとされている。

ツバキ属の化学成分はこれまで詳しく研究されている<sup>6)</sup>。チャノキは覚醒作用のあるカフェイン、抗菌作用のあるカテキン類<sup>7)</sup>、殺菌や洗浄作用のあるサポニン類などを含み<sup>8,9,10)</sup>、ツバキやサザンカにもカテキン類<sup>7)</sup>やサポニン類が含まれている<sup>11)</sup>。また、それらの種子には油脂成分が多く含まれており、ツバキ油は飽和脂肪酸に富み、凝固も変成もしにくいため、オリーブ油より優れているとされている<sup>12)</sup>。

チャノキの葉(茶)にはcaffeineと(-)-epicatechin, (+)-catechin, (-)-epicatechin gallate, (-)-epigallocatechin, (-)-epigallocatechin gallateの5種のカテキン類が、ツバキにはこの内(-)-epicatechin, (+)-catechinの2種類が存在する<sup>7)</sup>。また、サザンカにはsasanquinと呼ばれ

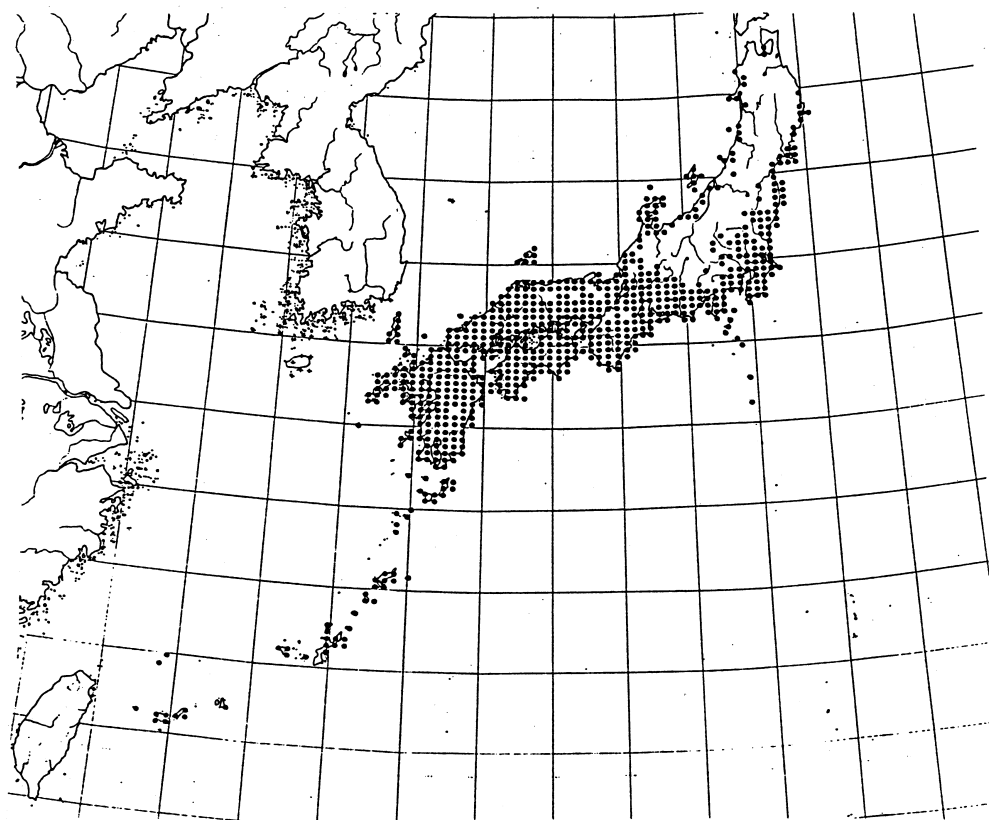


Fig. 1 Distribution of *Camellia japonica*.<sup>4)</sup>



Fig. 2 Distribution of *Camellia japonica* var. *decumbens*.<sup>5)</sup>

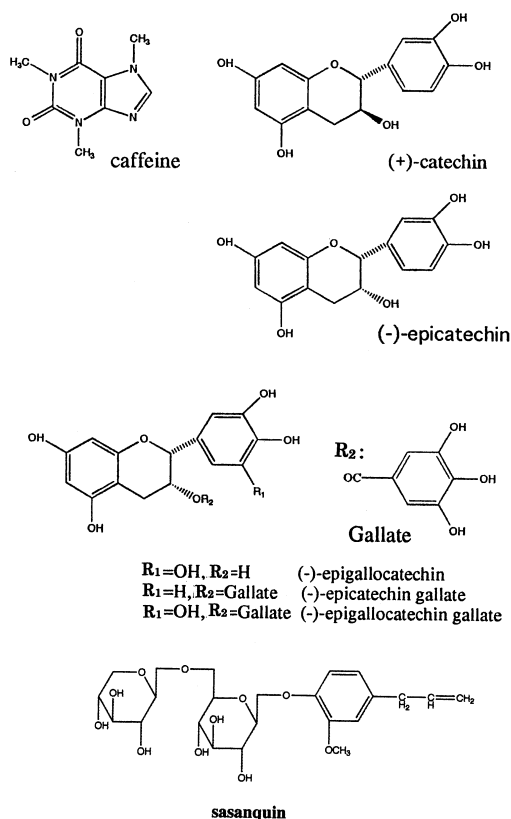


Fig. 3 Chemical constituents in the leaves of *Camellia*.

る配糖体が存在している<sup>7)</sup>。このようにツバキ属の種間でカテキン類などの構成が異なっている(図3)。

化学成分のこのような相違を種のカテゴリに用いることも行われており、様々な報告がある。針葉樹はテルペン類

を多く含み、これらの成分は指標成分として用いられている。スギは安江らが日本各地の天然スギを3種類のジテルペン (kaurene, sclarene, phyllocladene) 構成から4系統に分類している<sup>13)</sup>。また、アスナロ (*Thuja japonica* Sieb. et Zucc.) とヒノキアスナロ (ヒバ: *Thuja japonica* var. *hondea*) はジテルペン構成から3系統に分類されている<sup>14,15)</sup>。この他にも、クロモジやカンアオイ<sup>16)</sup>、アカシア<sup>17)</sup>、サクラ<sup>18)</sup>など、様々な植物の化学成分からの分類も試みられている。

前述したように、日本のツバキにはヤブツバキとその変種のユキツバキがあり、庄内地方には両方が分布している。そこで、両者の葉中のカテキン類の変異について検討したので報告する。

## 2. 実験

### 2.1 試料

チャは市販されている飲用の茶葉を使用した。サザンカは鶴岡市内の園芸店で購入し、その葉を使用した。ヤブツバキとユキツバキは庄内23ヶ所、新潟1ヶ所、計24個所、123個体を9月~11月にかけて採取した(図4, 表1)。ヤブツバキとユキツバキの分類は津山の報告<sup>19)</sup>をもとに、葉柄の形態からヤブツバキとユキツバキ、その中間種に区別した。その方法は、20枚以上の葉を採取し、「長く無毛な葉柄」と「短く有毛な葉柄」に区別し、「短く有毛な葉柄」割合が50%以上の個体を「ユキツバキ」、10%以上50%未満を「中間種」、10%未満を「ヤブツバキ」とした。

### 2.2 抽出

抽出方法は、茶業試験場報告<sup>7)</sup>に基づきおこなった。乾燥粉末試料500mgに80%アセトン水溶液を加え、24時間放置後濾過し、アセトンを除去し、蒸留水20mlを加え、酢酸エチルで3回抽出した。抽出液を濃縮し、分析用試料とした。

### 2.3 ガスクロマトグラフィー分析

分析用試料に1mlのアセトンを加え、10 $\mu$ lをマイクロ試験管に取り、内部標準物質(ベラトルム酸)を加え、濃縮乾燥後、シリル化を行い分析した。

分析は、日立G3000形ガスクロマトグラフを使用し、OV-1 Bonded 25m キャピラリーカラム、カラム温度

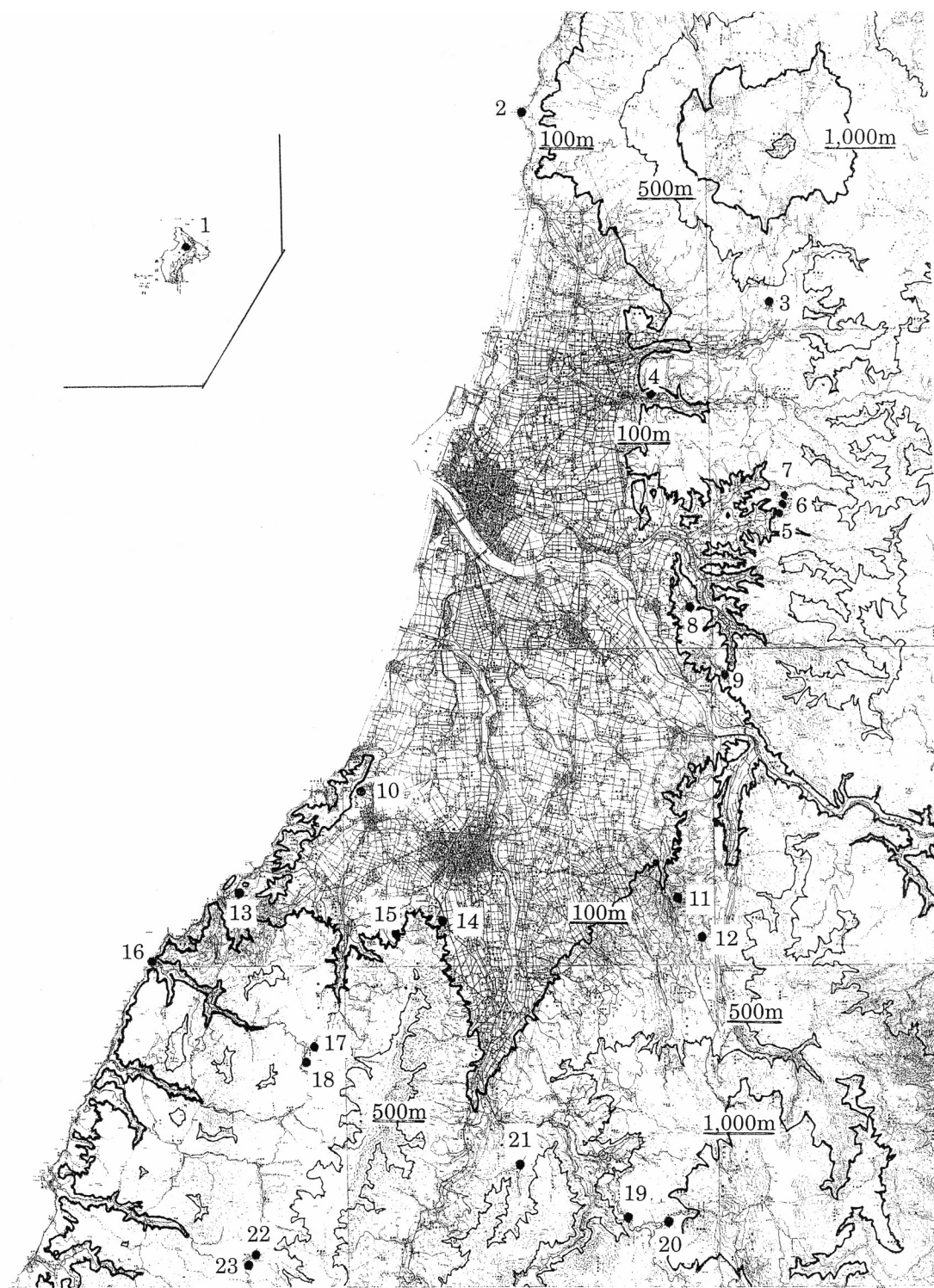


Fig. 4 Altitude and sampling points in Shonai district



Table1 Habitats of *Camelia japonica* where samplings were collected in Shonai district

Population code	Habitant	Number of individuals	Distance (km)	Height (m)	Sampling day
1	Tobishima	4	0.0	10	21/10/1997
2	Misaki	6	0.0	15	6/11/1997
3	Ohdaino	6	15.0	400	10/10/1997
4	Jouzenji	5	10.5	50	10/10/1997
5	Kyogakurayama-1	5	19.0	100	11/10/1997
6	Kyogakurayama-2	5	20.5	200	11/10/1997
7	Kyogakurayama-3	5	21.0	250	11/10/1997
8	Choukainomori	7	16.5	280	23/10/1997
9	Yokuratouge	4	19.5	190	23/10/1997
10	Takadateyama	5	1.5	40	21/10/1997
11	Hagurosan-1	5	31.0	180	13/11/1997
12	Hagurosan-2	5	32.5	390	13/11/1977
13	Kibijinja	5	1.0	30	21/10/1997
14	Shouryuji	5	14.5	45	13/10/1997
15	Yutagawa	6	10.5	110	13/10/1997
16	Iragawa	5	0.5	20	21/10/1997
17	Suganodai-1	6	11.0	195	13/10/1997
18	Suganodai-2	6	12.0	210	13/10/1997
19	Yudonosan-1	5	35.0	600	30/10/1997
20	Yudonosan-2	5	37.0	750	30/10/1997
21	Kaminagawa	3	27.0	230	30/9/1997
22	Sekikawa-1	5	12.0	205	19/10/1997
23	Sekikawa-2	5	12.5	225	19/10/1997
24	Nioujidake (Niigata)	5	33.0	1000	23/11/1997
	Total	123			

条件180℃（5分保持）～290℃（10℃/min.昇温）で行った。

## 2. 3 カフェイン、カテキン類及びサザンキンの確認

それぞれの成分の確認はガスクロマトグラフィー質量分析及びガスクロマトグラフィー保持時間の標品との比較によりおこなった。なお、サザンキンについては標品を入手できなかったため、マススペクトルを測定し（図5）、文献データ<sup>7)</sup>と比較することにより確認した。

## 3. 結果と考察

### 3. 1 ツバキ属のカテキン類

チャのガスクロマトグラフィー分析の結果を図6に示す。7分付近にcaffeineが、17分から19分には（-）-epicatechin、

（+）-catechin、（-）-epigallocatechinが、40分から44分にかけて（-）-epicatechin gallate、（-）-epigallocatechin gallateがそれぞれ認められた。サザンカのガスクロマトグラフィー分析結果（図7）はチャとは全く異なり、sasanquinのみが22分に認められた。

ヤブツバキとユキツバキのガスクロマトグラフィー分析（図8）を行うと（-）-epicatechin、（+）-catechinが認められた。しかし、ヤブツバキはユキツバキよりも明らかに（-）-epicatechin、と（+）-catechin含有量が低く、両者に相違が認められた。

チャノキ、サザンカ、ヤブツバキ、ユキツバキの成分の相違は表2のようにまとめることができた。今回取り上ったツバキ属の代表的な種は、明らかにその構成を異にしており、化学成分から区別できることが明らかとなっ

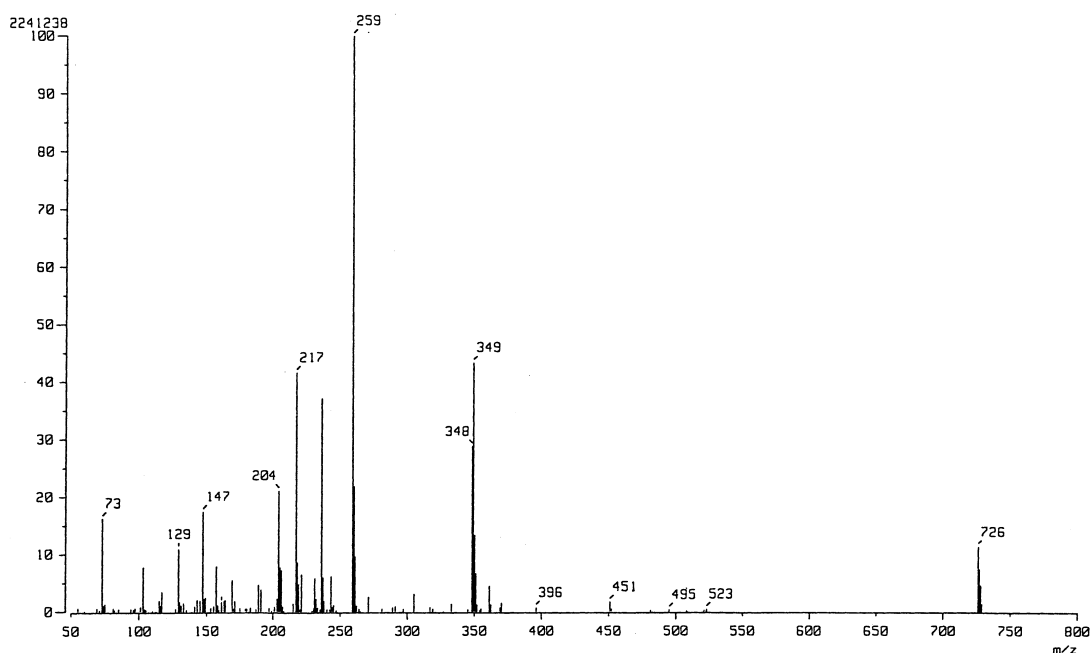
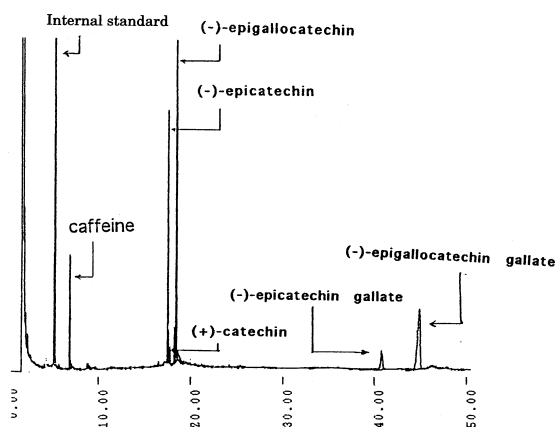
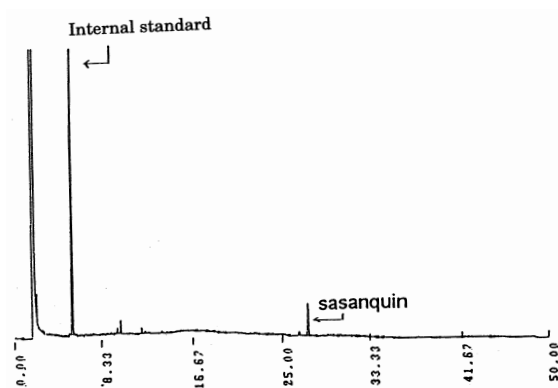


Fig. 5 Mass spectrum of sasanquin (TMS derivative)

Fig. 6 Gas liquid chromatogram of silylated ethyl acetate extracts in the leaves *Camellia sinensis*,Fig. 7 Gas liquid chromatogram of silylated ethyl acetate extracts in the leaves *Camellia sasanqua*,

た。特に、ヤブツバキとユキツバキの (-)-epicatechin と (+)-catechin 含有量の相違については新たな知見であり、これらの含有量により区別が可能であることを示唆した。

### 3. 2 ヤブツバキとユキツバキ

#### 3. 2. 1 アセトン及び酢酸エチル抽出物量

ヤブツバキ及びユキツバキを庄内地方23ヶ所、新潟県

1ヶ所、合計123個体を採取し分析した。なお、津山の区分に従いヤブツバキ (72個体)、中間種 (20個体)、ユキツバキ (31個体) に分類した。

ツバキ全体 (ヤブツバキ、中間種、ユキツバキ) のアセトン抽出物量を図9に示す。アセトン抽出物量は2.2-11.0%の値を取り、平均値は5.96% (標準偏差 1.87) であった。ヤブツバキ、中間種、ユキツバキそれぞれについて

Table 2 Chemical constituents in the leaves of *Camellia*

	caffeine	(-)-EC	(+)-C	(-)-EGC	(-) ECG	(-) -EGCG	sasanquin
<i>Camellia sinensis</i>	+	+++	+	+++	+	++	—
<i>Camellia japonica</i>	—	+	—	—	-	-	—
<i>Camellia japonica</i> var. <i>decumbens</i>	—	+++	+	—	-	-	—
<i>Camellia sasanqua</i>	—	—	—	—	-	-	+

Legend : (-)-EC : (-)-epicatechin, (+)-C : (+)-catechin, (-)-EGC : (-)-epigallocatechin,  
(-)-ECG : (-)-epicatechin gallate, (-)-EGCG : epigallocatechin gallate.

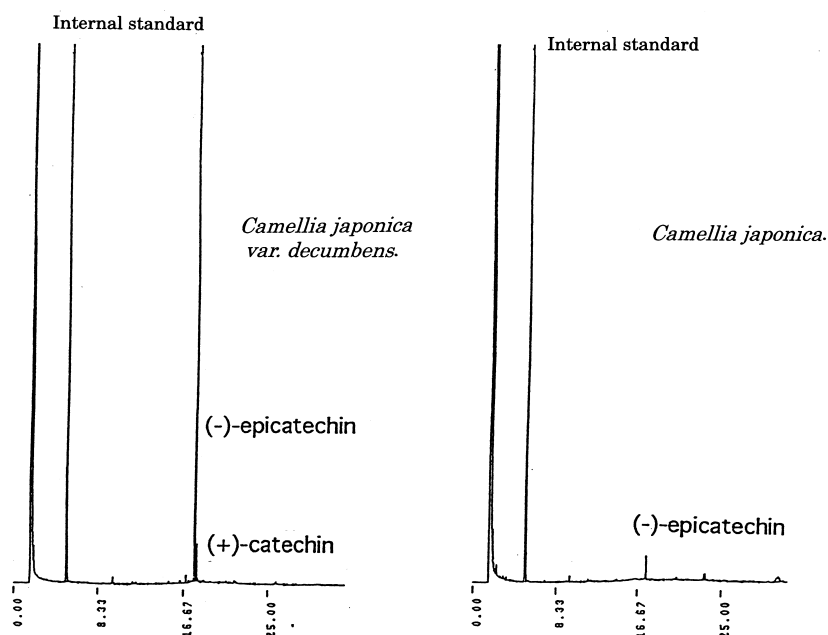


Fig. 8 Gas liquid chromatogram of silylated ethyl acetate extracts in the leaves of *Camellia japonica* and *Camellia japonica* var. *decumbens*.

見ると、ヤブツバキは平均値4.98% (標準偏差 1.46), 中間種 6.64% (標準偏差 1.53), ユキツバキ 7.70% (標準偏差 1.35) となり、ヤブツバキとユキツバキではアセトン抽出物量に差が見られ、ユキツバキが高い値を示す傾向が認められた。

次に、酢酸エチル抽出物量を図10に示す。0.2-3.2%の値を取り、全体の平均値は1.17% (標準偏差 0.59) であった。ヤブツバキ、中間種、ユキツバキそれぞれについて

見ると、ヤブツバキは平均値1.00% (標準偏差 0.50), 中間種 1.20% (標準偏差 0.49), ユキツバキ 1.52% (標準偏差 0.67) となり、ヤブツバキとユキツバキではアセトン抽出物量同様に差が見られ、ユキツバキが高い値を示す傾向が認められた。特に、2%を越えるものはすべてユキツバキであった。

このように、アセトン抽出物量及び酢酸エチル抽出物量いずれにおいても、ヤブツバキ、中間種、ユキツバキ

で含有量に差が認められた。

### 3. 2. 2 カテキン及びエピカテキン

ヤブツバキとユキツバキで (-)-epicatechin 及び (+)-catechin含有量に明らかな違いが認められたため (図8), 採取した個体ごとにそれぞれの含有量を検討した。

全個体の (-)-epicatechin含有量のヒストグラムを図11に示す。(-)-epicatechinは0.01-2.21%の値を取り, 平

均値0.39% (標準偏差 0.43)であった。また, ヒストグラムからおおよそ0.2%で2群に分けることができた。

全個体の (+)-catechin含有量のヒストグラムを図12に示す。(+)-catechinは0.000-0.089%の値を取り, 平均値0.012% (標準偏差 0.018)であった。含有量は (-)-epicatechinに比べてはるかに低くおよそ20分の1程度であった。また, (-)-epicatechin同様にヒストグラムか

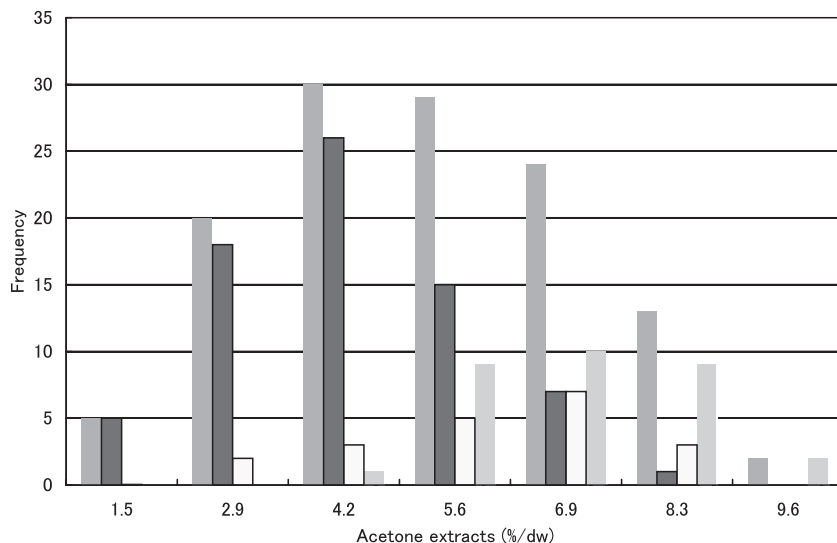


Fig.9 Histogram of acetone extracts in the leaves of *Camellia japonica*

Legend : ■ Total, ■ Yabutsubaki, □ Medium, ■ Yukitsubaki

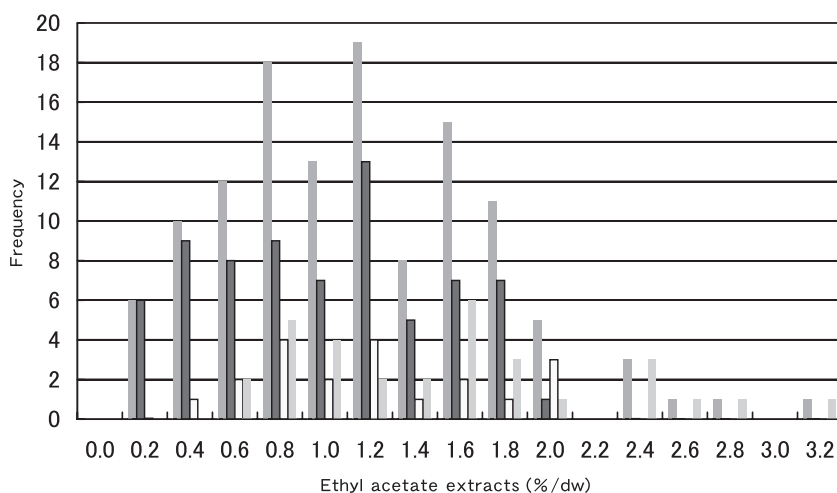


Fig.10 Histogram of ethyl acetate extracts in the leaves of *Camellia japonica*

Legend : ■ Total, ■ Yabutsubaki, □ Medium, ■ Yukitsubaki



らおおよそ0.012%で2群に分けることができた。

### 3. 2. 3 (-)-epicatechin含有量と標高

今回採取した試料は海岸線近くから山地に至るまで様々な標高のところで採取された。そこで、(-)-epicatechin含有量と標高の関係及びヤブツバキとユキツバキの関係を検討した。

図13に (-)-epicatechin 含有量と標高の関係を示した。標高150m以下では、ほとんどの個体が0.2%以下の値を取り、標高が低いほど含有量の低い個体が集中していた。また、2個体(中間種1, ユキツバキ1)以外はすべてヤブツバキであった。これに対して、標高150mを越え

ると、含有量の多い個体が出現し、中間種あるいはユキツバキが見られるようになった。500mを越えると、1個体を除いて含有量が0.2%以上となり、すべてユキツバキであった。

ヤブツバキと中間種の近似式を求めると、ヤブツバキが  $y = 0.0014x + 0.027$  ( $r = 0.5941$ , 1%有意), 中間種が  $y = 0.0012x + 0.102$  ( $r = 0.4525$ , 5%有意)となり、類似した直線になる。これに対して、ユキツバキは個体数が少なく、バラツキが大きく近似式を求めることが出来なかったが、標高の高い所に分布するユキツバキはヤブツバキに比べて、(-)-epicatechin 含有量が高い傾向を示してい

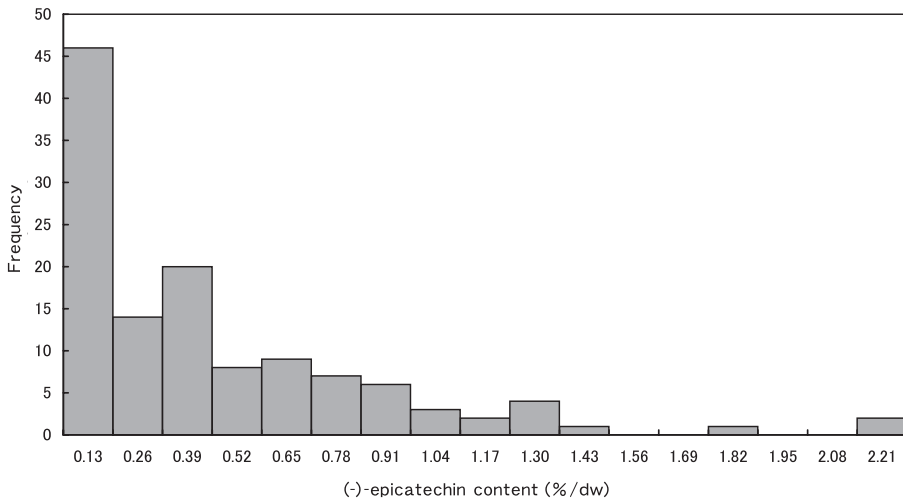


Fig.11 Histogram of (-)-epicatechin content in the leave of *Camellia japonica*

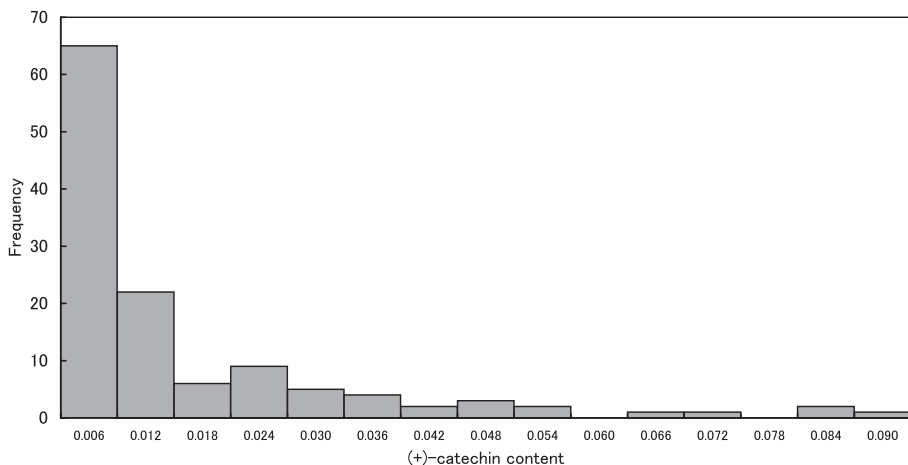


Fig.12 Histogram of (+)-catechin content in the leaves of *Camellia japonica*

た。また、ヤブツバキは標高400m以下に分布し、標高が上がるに従い (-)-epicatechin 含有量が高くなる傾向を示した。今後、分析個体を増やして、これらの関係を明らかにする必要がある。

次に、(-)-epicatechin 含有量と標高の関係を片対数グラフにより検討した (図14)。ヒストグラムから2群に

分けられた含有量0.2%でみると、ヤブツバキは500m以下の0.2%ラインの上下いずれにも認められる。これに対して、中間種の85%、ユキツバキの90%の個体が0.2%ラインの上方に認められた。また、150m以下の個体の95% (38/40) は0.01-0.2%の範囲を示した。これに対して、150m以上の個体の88% (73/83) は0.2-2.0%の含有量を

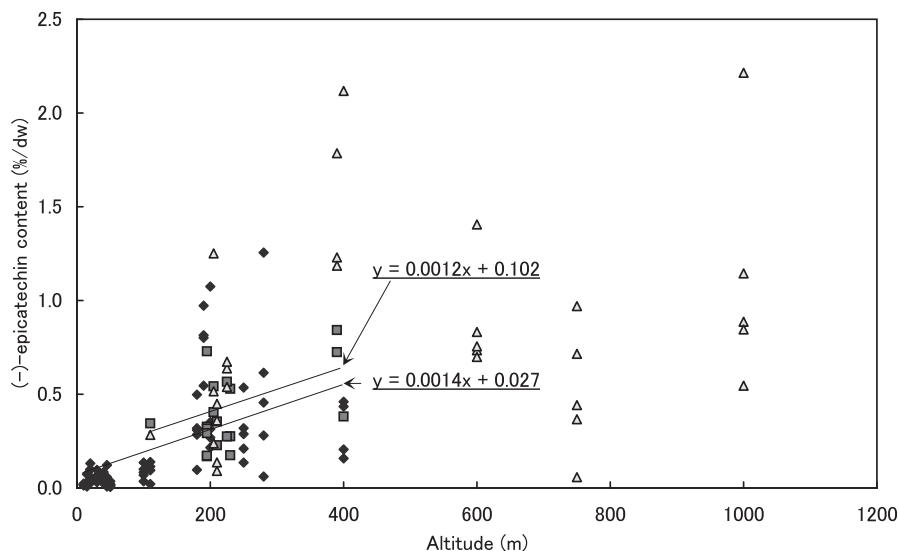


Fig.13 The relation between altitude and (-)-epicatechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
Legend : ◆Yabutsubaki, ■Medium, ▲Yukitsubaki

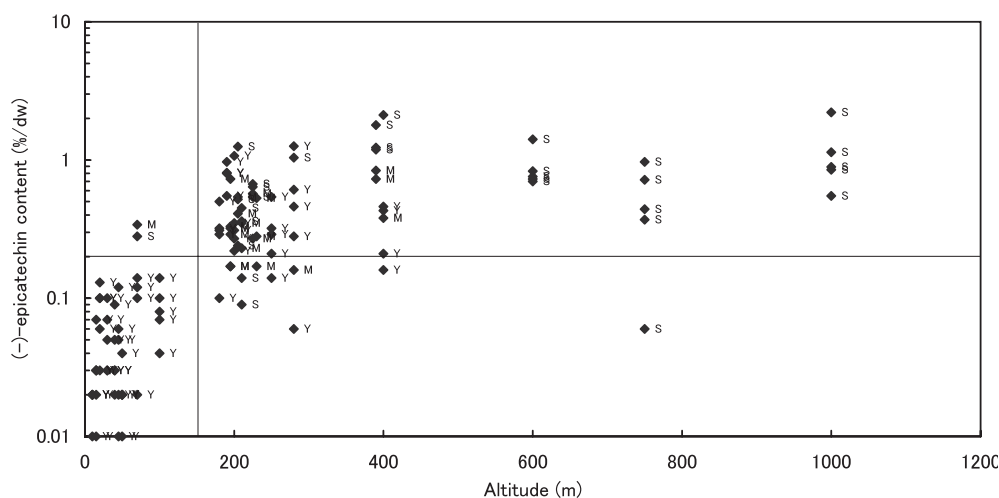


Fig.14 The relation between altitude and (-)-epicatechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
Legend : Y : Yabutsubaki, M : Medium, S : Yukitsubaki

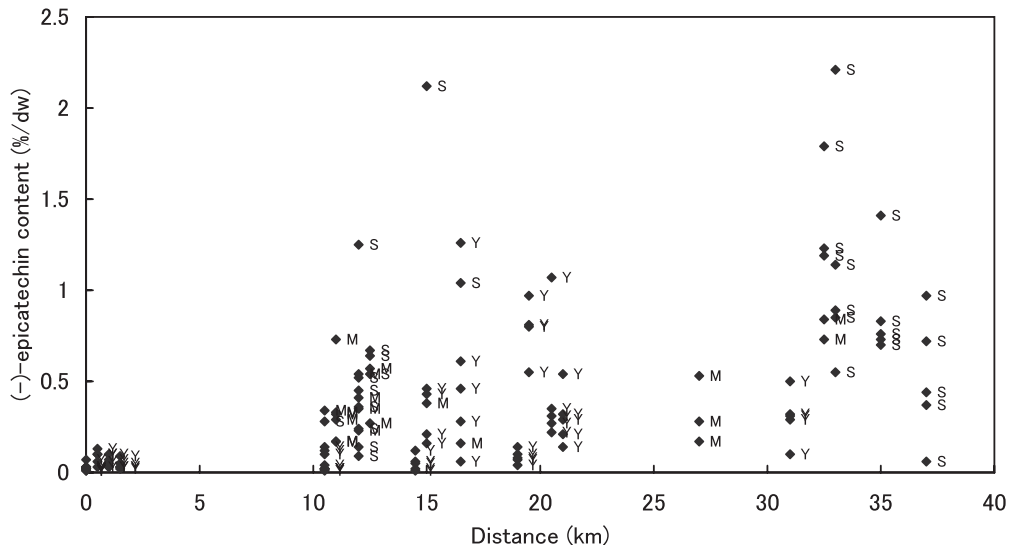


Fig.15 The relation between distance and (-)-epicatechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
 Legend : Same as in Fig.14.

示した。このように、標高150mを境に (-)-epicatechin 含有量は10倍程度の差を生じた。

### 3. 2. 4 (-)-epicatechin含有量と海岸からの距離

図15に (-)-epicatechin 含有量と海岸からの距離の関係を示した。2 km以内の個体はすべてヤブツバキであり、低い値を示した。10km付近から中間種やユキツバキが現れはじめ、ヤブツバキ、中間種、ユキツバキが30 km付近までは混在し、32km付近を越えるとユキツバキとなった。海岸のヤブツバキ、山地のユキツバキに大きく区分でき、(-)-epicatechin 含有量も海岸で低く山地で高い値を示した。

ただ、10-32kmではヤブツバキ、中間種、ユキツバキが混在すること、標高もことなることから含有量が大きく変動したものと考えられた。

### 3. 2. 5 (-)-epicatechin含有量と最深積雪

図16に山形県最深積雪分布と試料採取地点を示した。これは1935年-1980年の観測値をもとに最深積雪の等値線を示したものである<sup>20, 21, 22)</sup>。最深積雪と (-)-epicatechin 含有量の関係を図17に示した。これによると眺海の森 (No.8, 標高280m) と与蔵峠 (No.9, 標高190m) を除いて、最深積雪1.5m以下では (-)-epicatechin 含有量の低い個体がほとんどを占めていた。眺海の森 (No.8) と与蔵峠 (No.9) は標高が高く、この最深積雪等値線が

「観測点が少なく局所的な変動が消去されているため、微細な変動は補正する必要がある」としていることから、実際の積雪は表示値より多いものと考えられた。また、最深積雪が3mを越えるとすべての個体はユキツバキであった。

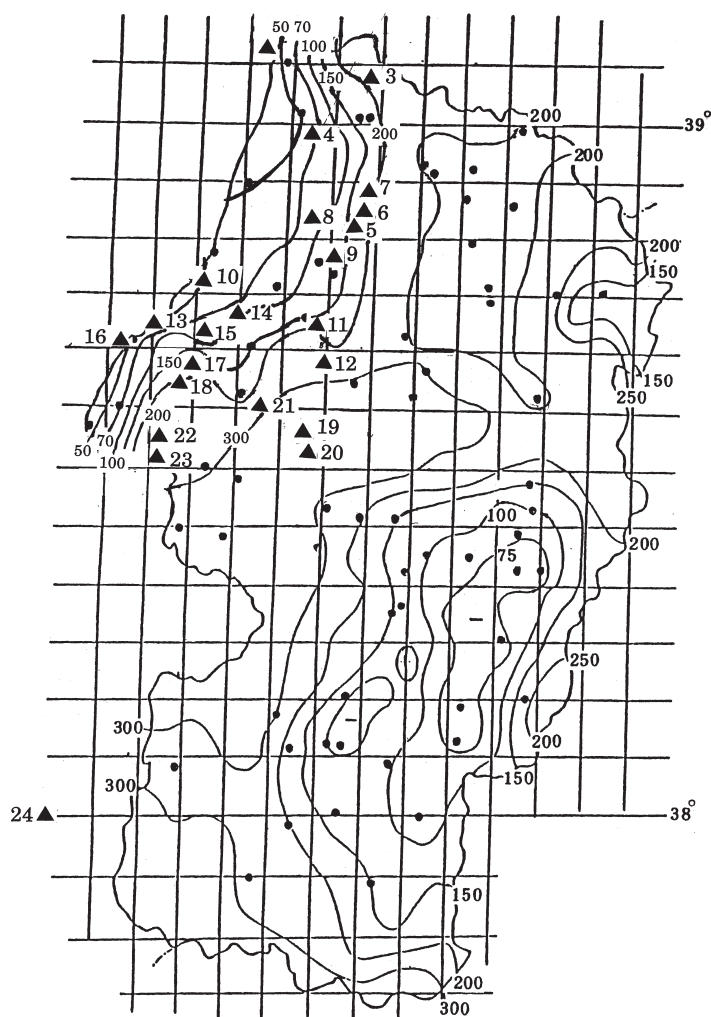
次に、(-)-epicatechin 含有量の片対数グラフを図18に示した。No.8とNo.9を除き、最深積雪1.5m、含有量0.2%でほぼ2群に分けることができ、標高の関係と同様の傾向を示した。

以上のように、最深積雪1.5mを境に (-)-epicatechin 含有量に差が見られるた。

### 3. 2. 6 (+)-catechin含有量

(+)-catechinと (-)-epicatechin 含有量の関係を図19に示した。近似式が  $y = 0.0412x + 0.008$  ( $r = 0.8102$ , 0.1%有意) となり比例関係が認められた。

(+)-catechin 含有量と標高の関係を図20に、(+)-catechin 含有量を対数値とした図を図21に示した。(+)-catechin は (-)-epicatechin よりも含有量がかかなり少ないため、バラツキが大きい (-)-epicatechin とほぼ同様の傾向を示した。

Fig.16 Maximum snowy depth and sampling points.<sup>20)</sup>

#### 4. ま と め

ツバキ属のチャノキ (*Camellia sinensis*), ヤブツバキ (*Camellia japonica*), ユキツバキ (*Camellia japonica* var. *decumbens*), サザンカ (*Camellia sasanqua*) のフェノール性成分の相違を検討するとともに、庄内地方から採取したヤブツバキとユキツバキ、123個体のアセトン抽出物量、酢酸エチル抽出物量、(-)-epicatechin含有量、(+)-catechinの含有量について、種間、標高、海岸からの距離、最深積雪との関係を検討した。

その結果、以下の点が明らかになった。

1. チャノキ、サザンカ、ヤブツバキ、ユキツバキのフェ

ノール性成分をそれぞれ比較すると、チャノキはcaffeineと(-)-epicatechin, (+)-catechin, (-)-epicatechin gallate, (-)-epigallocatechin, (-)-epigallocatechin gallateの5種のカテキンが、サザンカはsasanquinが、ヤブツバキとユキツバキは(-)-epicatechin, (+)-catechinが確認された。特に、ヤブツバキとユキツバキの(-)-epicatechinと(+)-catechin含有量に差が認められ、ユキツバキの含有量が高かった。

2. 123個体は津山の区分に従い、ヤブツバキ72個体、中間種20個体、ユキツバキ31個体に分類された。

3. アセトン抽出物量は2.2-11.0%の値を取り、平均値5.96% (標準偏差 1.87)であった。また、ユキツバキは

ヤブツバキより高い傾向を示した。

4. 酢酸エチル抽出量は0.2-3.2%の値を取り、平均値は1.17% (標準偏差 0.59)であった。ユキツバキはヤブツバキより高い傾向を示した。
5. (-)-epicatechin含有量は0.01-2.21%の値を取り、平均値0.39% (標準偏差 0.43)であった。含有量0.2%で2

群に分けられた。

6. (+)-catechin含有量は0.000-0.089%の値を取り、平均値0.012% (標準偏差 0.018)であった。含有量0.012%で2群に分けられた。
7. (-)-epicatechin含有量と標高の関係は、標高150mで区別され、150m以下は低い値 (0.2%以下) を、150

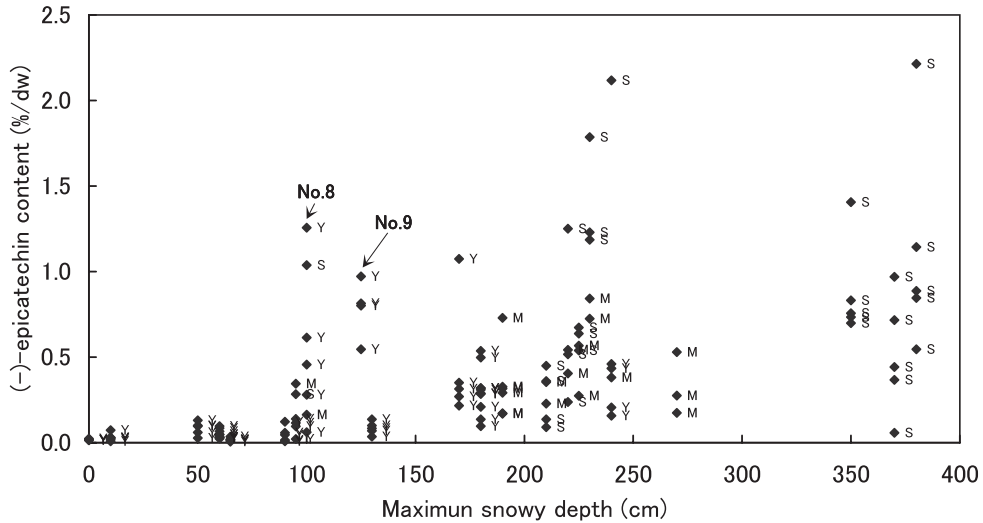


Fig.17 The relation between snow and (-)-epicatechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
Legend : Same as in Fig.14.

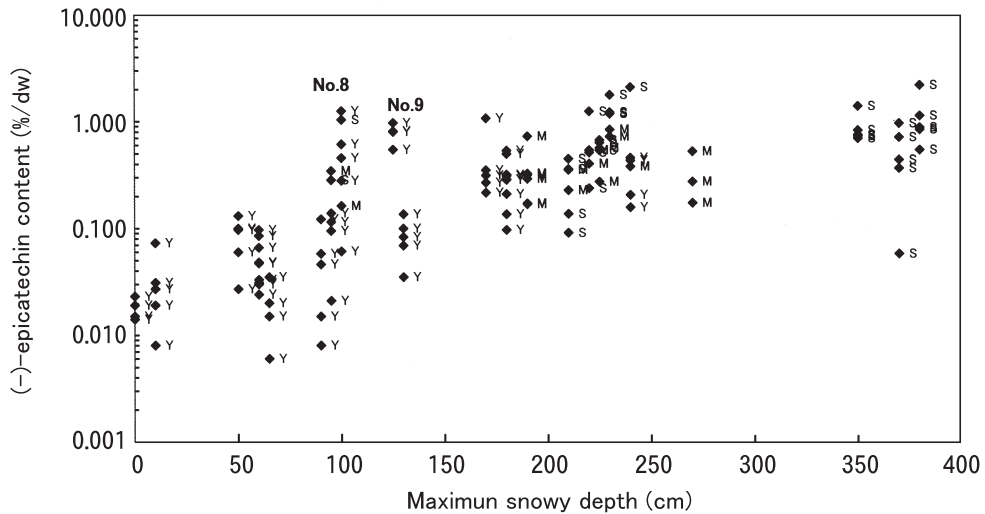


Fig.18 The relation between snow and (-)-epicatechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
Legend : Same as in Fig.14.

m以上は高い値を取る傾向を示した。150m以下はほとんどがヤブツバキであるが、150m以上からヤブツバキとユキツバキが混在し、500m以上でユキツバキのみでとなった。

8. ヤブツバキと中間種の (-)-epicatechin 含有量と標高の近似式は類似していた。標高の高い所に分布するユキツバキは (-)-epicatechin 含有量が高い傾向を示した。
9. (-)-epicatechin 含有量は標高150mを境に10倍程度増加する傾向が認められた。
10. (-)-epicatechin 含有量と海岸からの距離の関係は、海岸付近（2 km以内）の含有量が低くすべてヤブツバキであるのに対し、山地（32km以上）の含有量は高くすべてユキツバキであった。その中間地帯の含有量は変動が大きく両者が混在していた。
11. (-)-epicatechin 含有量と最深積雪の関係はほぼ最深積雪1.5mで区別できた。1.5m以下の含有量は低く、1.5m以上の含有量が高い傾向を示した。また、1.5m以下はヤブツバキが、3m以上はユキツバキが優勢となっていた。
12. (+)-catechin 含有量は (-)-epicatechin 含有量に比べて1/20程度と低い値を示した。(+) -catechinと (-)-

epicatechin 含有量は相関関係を示した。

以上のことから、庄内地方におけるヤブツバキとユキツバキの (-)-epicatechin含有量及び (+)-catechin含有量は明らかな相違が認められた。ヤブツバキ、中間種、ユキツバキの間にも相違が認められるが、標高や最深積雪といった環境要因との関係も認められた。これらのことから、(-)-epicatechin含有量及び (+)-catechin含有量の差は遺伝的要因や環境的要因により生じたものと考えられる。

茶の栽培では標高の違いによりフェノール性成分の含有量が異なるとされており<sup>29)</sup>、自然界においても樹木の化学成分が濃度差を持ちながら分布していることは十分に考えられる。樹木の様々な成分は植物や微生物、土壌動物と密接に関係し、互いに影響しながら存在していると考えられ、樹木成分の個々の広がりを把握することは自然環境の化学的認識の上からも重要な視点と考えられる。

今後、対象樹種、採取地、採取個体数を増やし、雪などの環境要因を正確に把握することにより、庄内地方の化学成分の分布と環境の関係を明らかにする必要がある。

なお、貴重な資料を御提供頂いた山形県森林研究研修センターの大築和彦氏に深謝いたします。

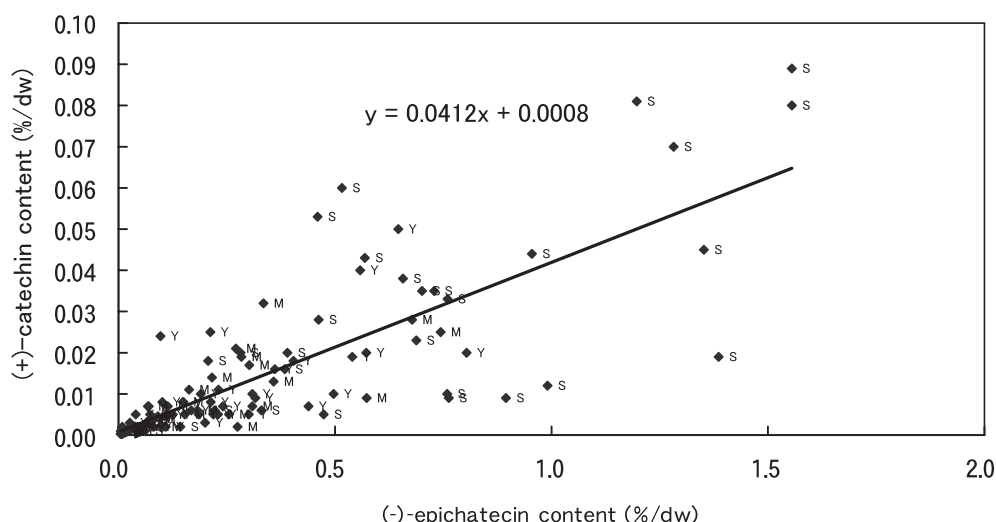


Fig.19 The relation between (-)-epicatechin and (+)-catechin in the leaves of *Camellia japonica*  
Legend: Same as in Fig.14.



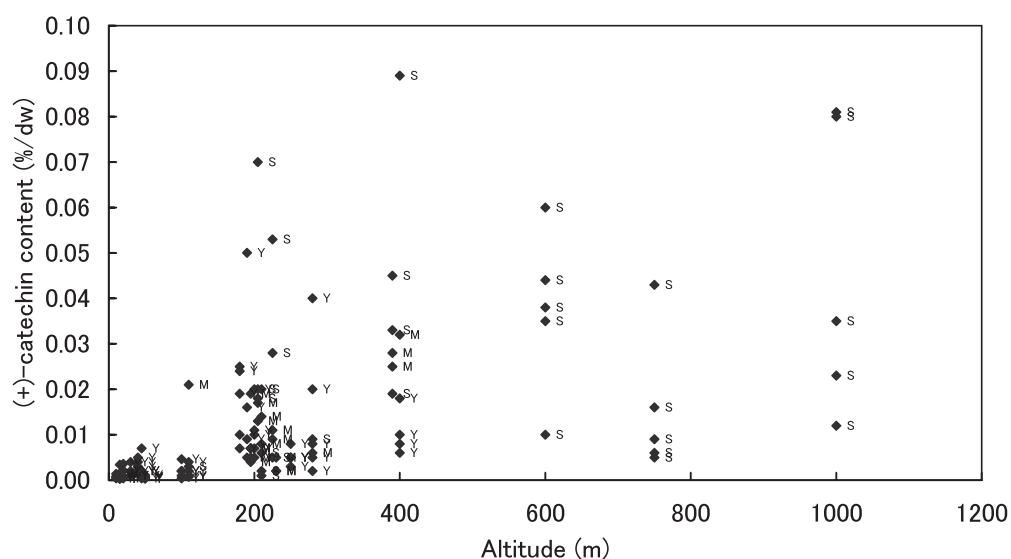


Fig.20 The relation between altitude and (+)-catechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
 Legend : Same as in Fig.14.

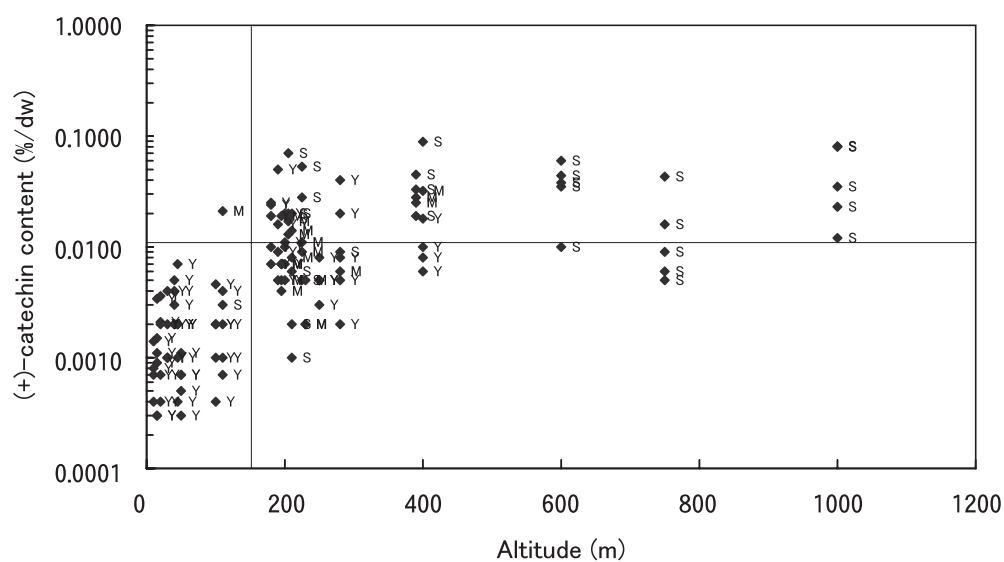


Fig.21 The relation between altitude and (+)-catechin content in the leaves of *Camellia japonica*  
 Legend : Same as in Fig.14.

## 5. 引用文献

- 1) 津山尚 (1989) ツバキ科. 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編, 日本の野生植物 (木本 I), 138-140pp, 平凡社, 東京.
- 2) 林弥栄編 (1995) 日本の樹木. 483-493pp, 山と溪谷社, 東京.
- 3) 津山尚編 (1969) 日本の椿. 19pp, ヒロカワ書店, 東京.
- 4) Yoshiwo Horikawa (1972) The Grant in Aid of the Ministry of Education of Japan. 217pp, Gakken, Tokyo.
- 5) 津山尚編 (1969) 日本の椿. 8 pp, ヒロカワ書店, 東京.
- 6) 日本木材学会抽出成分と木材利用研究会編 (2002) 樹木の顔 -樹木抽出成分の効用と利用-. 143-154pp, 海青社, 滋賀.
- 7) 永田忠博 (1986) ツバキ属植物における葉中の茶有用成分に関する研究. 茶業試験場研究報告 21 : 59-116.
- 8) 橋爪昭人・酒戸弥二郎 (1966) 茶葉サポニンの研究 (第一報) -茶葉サポニンの単離とその性質-. 農化 40 : 8-12.
- 9) 橋爪昭人 (1969) 茶葉サポニンの研究 (第2報) -茶葉サポニンを構成するサポゲニンと有機酸について-. 農化 43 : 750-757.
- 10) 橋爪昭人 (1973) 茶葉サポニンを構成するサポゲニンと糖類について. 農化 47 : 237-240.
- 11) 浜屋悦次・津志田藤二郎・永田忠博・西野親生・榎伸康・真部俊一 (1984) ツバキの抗菌性成分. 日植病報 50 : 628-636.
- 12) 村上崇 (1964) ツバキ油の現況と今後の問題点. 山林 965 : 34-38.
- 13) 安江保民・荻山紘一・須藤昭二・塚原初男 (1979) スギ針葉のジテルペン炭化水素に関する育種学的研究. 文部省科学研究費研究報告書, 10-23pp.
- 14) Koetsu Takahashi, Shizuo Nagahama, Takurou Nakashima and Hiromi Suenaga (2003) Chemotaxonomy on the leaf constituents of *Thujaopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. -analysis of neutral extracts (diterpene hydrocarbon)-. *Biochemical Systematics and Ecology* 29 : 839-848.
- 15) Koetsu Takahashi, Shizuo Nagahama, Takurou Nakashima and Hiromi Suenaga (2003) Chemotaxonomy on the leaf constituents of *Thujaopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. -analysis of acidic extracts-. *Biochemical Systematics and Ecology* 31 : 723-738.
- 16) 古前恒・林七雄 (1985) 身近な生物間の化学交渉. 187-203pp, 三共出版, 東京.
- 17) Elfranco Malan and Pricillia Swartz (1995) A comparative study of the phenolic products in the heartwood of *Acacia karroo* from two different localities. *Phytochemistry* : 39, 791-794.
- 18) Masao Hasegawa (1958) On the flavonoids contained in *Prunus* woods. *J. Jap. Forestry Soc.* 40 (3), 111-121.
- 19) 津山尚編 (1969) 日本の椿. 4-6 pp, ヒロカワ書店, 東京.
- 20) 山形県農林水産部編 (1987) 造林地の雪害・寒害防除技術指針. p27, 山形県, 山形.
- 21) 佐藤啓佑 (1984) 山形県最深積雪分布図. 山形県林試, 山形.
- 22) 佐藤啓佑 (1987) 山形県の積雪環境に関する研究 (I) -一年最深積雪と年根雪日数の推定法-. 山形県林試研報 17, 1-22.
- 23) 金兵忠雄・水野卓 (1957) 標高を異にする紅茶の品質と化学成分. 茶業研究報告 10 : 75-78.